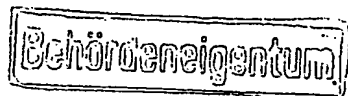


51

Int. Cl. 2:

F04 C 1/16

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DE 28 35 457 A 1

11

# Offenlegungsschrift 28 35 457

21

Aktenzeichen:

P 28 35 457.6

22

Anmeldetag:

12. 8. 78

23

Offenlegungstag:

6. 3. 80

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Förderaggregat für Flüssigkeiten

71

Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart

72

Erfinder:

Ruhl, Karl, Ing.(grad.), 7532 Niefern; Kemmer, Ulrich, Dipl.-Ing.,  
7123 Sachsenheim

DE 28 35 457 A 1

Dipl. Ing. **Peter Otte**  
Patentanwalt

7033 Herrenberg (Kuppingen)  
Eifelstraße 7  
Telefon (0 70 32) 3 19 99

1362/ot/wi  
3.8.1978

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart

Patentansprüche

1. Förderaggregat für Flüssigkeiten, insbesondere Kraftstoffförderpumpe in Form einer Rollen- oder Flügelzellenpumpe, die zusammen mit einem antreibenden Elektromotor in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet ist, mit einer Vielzahl von einzelnen Pumpkörpern (Rollen), die in Nuten einer angetriebenen Läuferscheibe gehalten sind und an einer hierzu exzentrisch angeordneten Rollenlaufbahn anliegen, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollenlaufbahn (22) in einem bestimmten Winkelbereich ( $\pm 20^\circ$ ) um den engsten und weitesten Spaltabstand (ES, WS) jeweils mit einer konzentrischen Kreisbahn um den Mittelpunkt (M) der Läuferscheibe im wesentlichen identisch ist.
2. Förderaggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollenlaufbahn (22) aus zwei Ellipsenhälften (22a, 22b) zusammengesetzt ist, wobei die Ellipsenform um die Scheitelpunkte entsprechend den Bereichen des engsten und weitesten Spalts (ES, WS) der Rollenzellenpumpe durch deren Hauptkrümmungskreise vollkommen angenähert ist.
3. Förderaggregat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelpunkte ( $M_E$ ) beider Ellipsenhälften (22a, 22b) identisch sind, zum Mittelpunkt (M) der Nutscheibe einen Abstand (S2) aufweisen und daß die Mittelpunkte der

030010/0033

Dipl. Ing. **Peter Otte**  
Patentanwalt

7033 Herrenberg (Kuppingen)  
Eifelstraße 7  
Telefon (0 70 32) 3 19 99

1362/ot/wi  
3.8.1978

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart

Patentansprüche

1. Förderaggregat für Flüssigkeiten, insbesondere Kraftstoffförderpumpe in Form einer Rollen- oder Flügelzellenpumpe, die zusammen mit einem antreibenden Elektromotor in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet ist, mit einer Vielzahl von einzelnen Pumpkörpern (Rollen), die in Nuten einer angetriebenen Läuferscheibe gehalten sind und an einer hierzu exzentrisch angeordneten Rollenlaufbahn anliegen, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollenlaufbahn (22) in einem bestimmten Winkelbereich ( $\pm 20^\circ$ ) um den engsten und weitesten Spaltabstand (ES, WS) jeweils mit einer konzentrischen Kreisbahn um den Mittelpunkt (M) der Läuferscheibe im wesentlichen identisch ist.
2. Förderaggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollenlaufbahn (22) aus zwei Ellipsenhälften (22a, 22b) zusammengesetzt ist, wobei die Ellipsenform um die Scheitelpunkte entsprechend den Bereichen des engsten und weitesten Spalts (ES, WS) der Rollenzellenpumpe durch deren Hauptkrümmungskreise vollkommen angenähert ist.
3. Förderaggregat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelpunkte ( $M_E$ ) beider Ellipsenhälften (22a, 22b) identisch sind, zum Mittelpunkt (M) der Nutscheibe einen Abstand (S2) aufweisen und daß die Mittelpunkte der

030010/0033

jeweiligen Hauptkrümmungskreise der beiden Ellipsenhälften identisch sind mit dem Mittelpunkt (M) der Läufer- oder Nutscheibe.

4. Förderaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die große Halbachse der oberen Ellipsenhälfte (22a) identisch ist mit der kleinen Halbachse der unteren Ellipsenhälfte.
5. Förderaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius des Hauptkrümmungskreises der unteren Ellipsenhälfte dem Radius (R2) der Nutscheibe entspricht und daß der Radius des Hauptkrümmungskreises der oberen Ellipsenhälfte (22a) gleich ist dem Radius (R2) der Nutscheibe zuzüglich der Mittelpunktverschiebung (S2) zwischen Mittelpunkt (M) der Läuferscheibe und dem Ellipsenhälftenmittelpunkt ( $M_E$ ).
6. Förderaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Radien ( $\rho_1, \rho_2$ ) der beiden die Rollenlaufbahn bildenden Ellipsenhälften eine Funktion des Winkels ( $\varphi$ ) sind, wobei die beiden Radien an zwei Übergangsstellen (23, 24) identisch sind und ihren Mittelpunkt im Mittelpunkt der Läuferscheibe (M) haben.
7. Förderaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die in Polarkoordinaten ausgedrückten Radien ( $\rho_1, \rho_2$ ) der sich aus zwei Ellipsenhälften zusammensetzenden Rollenlaufbahn folgenden Gleichungen gehorchen:

$$\rho_1 = (R_2 + S_2) \frac{S_2 \cos \varphi + \sqrt{R_2(R_2 - S_2 \sin^2 \varphi)}}{R_2 + S_2 \cos^2 \varphi}$$

$$\text{für } \varphi_1 = \arctan \left( - \frac{\sqrt{R_2(R_2 + S_2)}}{S_2} \right)$$

$$\text{bis } \varphi_1 = \arctan \left( + \frac{\sqrt{R_2(R_2 + S_2)}}{S_2} \right)$$

$$\rho_2 = R_2 \frac{S_2 \cos \varphi + \sqrt{(R_2 + S_2)^2 + (R_2 + S_2) S_2 \sin^2 \varphi}}{R_2 + S_2 \sin^2 \varphi}$$

$$\text{für } \varphi_2 = \arctan \left( + \frac{\sqrt{R_2(R_2 + S_2)}}{S_2} \right)$$

$$\text{bis } \varphi_2 = \arctan \left( - \frac{\sqrt{R_2(R_2 + S_2)}}{S_2} \right)$$

wobei  $R_2$  der konstante Radius der Läuferscheibe und  $S_2$  der Abstand des Ellipsenmittelpunkts ( $M_E$ ) zum Läuferscheibenmittelpunkt ( $M$ ) ist.

8. Förderaggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß neben der Identität der beiden Radien ( $\varphi_1, \varphi_2$ ) an den Übergangsstellen (23, 24) auch die Steigungen, d.h. die ersten Ableitungen der die Kurve darstellenden Funktionen an den Übergangsstellen (23, 24) gleich sind.

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Förderaggregat nach der Gattung des Hauptanspruchs. Förderaggregate für Flüssigkeiten, beispielsweise die für eine Kraftstoffförderung unter Druck häufig verwendeten Rollenzellenpumpen, sind in vielfältiger Ausführungsform bekannt; sie umfassen, wie die Darstellung der Fig. 1, die den bekannten Stand der Technik zeigt, schematisch angibt, eine Läuferscheibe oder Nutscheibe 1 mit über ihren Umfang verteilt angeordneten Aufnahmenuten 2, in denen sich Verdrängerkörper 3 befinden. Die Verdrängerkörper 3 können als Rollen ausgebildet sein, die in den Nuten 2 geführt sind und laufen und die an einer äußeren Rollenlaufbahn 4 anliegen, die, wie auch der Umfang der Nutscheibe 1 kreisförmig ausgebildet, zu deren Mittelpunkt aber um einen vorgegebenen Abstand exzentrisch versetzt ist, so daß sich sichelförmige Pumpenarbeitsräume ergeben, die um den Umfang des Systems wandern und angesaugte Flüssigkeit, beispielsweise Kraftstoff einer äußeren und - über das Spiel zwischen Rolle und Aufnahmeelement - einer inneren Drucknut 10 zuführen, wobei die zu fördernde Flüssigkeit oder Läuferscheibe dreht sich in ihrer exzentrischen Versetzung zur Rollenlaufbahn 4 entlang dem Pfeil A. Aufgrund der Exzentrizität ergibt sich ein weitester Spalt WS zwischen der Rollenlaufbahn 4 und der Mantelfläche der Läuferscheibe sowie ein engster Spalt ES, die bei der Drehung der angetriebenen Läuferscheibe selbstverständlich periodisch von den Rollen 3 in ihren Nuten überlaufen werden.

Zum Verständnis vorliegender Erfindung ist es erforderlich, anhand der Darstellung der Figuren 2a bis 2c sowie der Figuren 3a bis 3e und den in diesen Figuren dargestellten einzelnen Arbeitsphasen auch den Funktionsablauf einer bekannten Rollenzellenpumpe in etwa zu erläutern, um so die bisherigen Nach-

1362/ot/wi  
3.8.1978

- 3 -  
5

teile zu verdeutlichen.

Bei der Darstellung der Fig. 1 sind noch folgende Bezeichnungen angegeben, die auch bei den Arbeitsphasen der Figuren 2 und 3 auftreten. Mit V1 und V2 ist bezeichnet jeweils der Raum unter der Rolle  $3_1$  bzw. der Rolle  $3_2$ ; der Sichelraum zwischen der Rolle  $3_1$  und  $3_2$  bzw. zwischen der Rolle  $3_2$  und  $3_3$  ist jeweils mit V3 bzw. V5 bezeichnet. Die Druckseite, die sich jeweils von der obersten Rolle ausgehend, die den weitesten Spalt WS passiert hat, nach unten auf der linken Seite des in Fig. 1 gezeigten Systems erstreckt, ist mit D bezeichnet; die Saugseite mit S.

Zunächst wird anhand der Darstellung der Figuren 2a bis 2c der Druckaufbau am weitesten Spalt WS in verschiedenen Arbeitsphasen dargestellt, wobei zur Vereinfachung ein blasenfreies Fördermittel, beispielsweise also Kraftstoff angenommen wird. In Fig. 2a trennt die Rolle  $3_1$  den Saugraum S, in welchem Saugdruck herrscht, von dem Raum V1 unter der Rolle  $3_1$  und dem Sichelraum V3 zwischen den Rollen  $3_1$  und  $3_2$ . Ein Druckaufbau hat in den Räumen V1 und V3 noch nicht stattgefunden, daher herrscht in diesen Räumen ebenfalls Saugdruck. Die vorderste Kante 8 des Raums V1 hat noch nicht den Überdeckungsbereich des vorgestülpten Teilraums 9 der inneren Drucknut 10 <sup>erreicht</sup>, in welcher ebenso wie im Druckraum 11 sowie im vor der Rolle  $3_2$  liegenden Sichelraum V5 Betriebsdruck herrscht. Der Abstand der Vorderkante 8 zum vorgestülpten Bereich 9 der Drucknut 10 beläuft sich auf ca.  $10^0$ , wie angegeben.

Innerhalb der nächsten  $3^0$ , also im Abstand von  $7^0$  der beiden Teile 8 und 9 ergibt sich im abgeschlossenen Raum V1 und V3 ein erheblicher Druckaufbau (Kompression), und zwar durch die Volumenverkleinerung des Raums V3. <sup>(Fig. 2b)</sup> Innerhalb dieser  $3^0$  kann in

030010/0033

1362/ot/wi  
3.8.1978

-4-  
6

diesem Raum V1 + V3 eine erhebliche Druckspitze von <sup>über</sup> 10 bar entstehen, wodurch die Rolle 3<sub>2</sub> von ihrer bisherigen Anlage an der in Drehrichtung hinteren Nutflanke abhebt. Hierdurch ergibt sich eine Verbindung des Sichelraums V3 und des Raums V1 zum Druckraum über den Bereich, in welchem sich der Pfeil B erstreckt. Der Raum V1 unter der Rolle 3<sub>1</sub> ist wie ersichtlich <sup>direkt</sup> noch immer nicht/mit der Drucknut verbunden.

Erst in der in Fig. 2c dargestellten Arbeitsphase ist sowohl der Sichelraum V3 als auch der Raum V1 über die Drucknut 10 mit dem Druckraum 11 verbunden, wobei die aus dem Raum V3 verdrängte Flüssigkeit entsprechend den Pfeilen B und B' an den Rollen 3<sub>1</sub> und 3<sub>2</sub> vorbei in den Druckraum einströmt.

Die in den Figuren 3a bis 3e dargestellten Arbeitsphasen zeigen die Druckverhältnisse und die Abdichtung am engsten Spalt ES bei inzwischen in Drehrichtung weitergewanderten Pumpkörpern oder Rollen 3<sub>1</sub>, 3<sub>2</sub> und 3<sub>3</sub>. Wie ersichtlich erstreckt sich der Saugraum bzw. die Saugniere 12 bis nahe an den engsten Spalt ES heran und ist in der in Fig. 3a gezeigten Arbeitsphase schon mit dem Raum im Bereich der Rolle 3<sub>3</sub> verbunden. Der weiter vorn schon erwähnte Sichelraum V3 erfährt soeben eine Verbindung über den Pfeil C mit einer äußeren Drucknut 13

wobei die aus dem Sichelraum V3 verdrängte Flüssigkeit über die äußere Drucknut sowie entsprechend dem Pfeil E an der Rolle 3<sub>2</sub> vorbei über die innere Drucknut 10 in den Druckraum 11 einströmt. Die Spaltweite am engsten Spalt ES bestimmt die aus dem zwischen den Rollen 3<sub>3</sub> und 3<sub>2</sub> gebildeten Sichelraum V5 in den Saugraum überströmende Leckmenge. Im Sichelraum V5 herrscht der Betriebsdruck.

In der Arbeitsphase der Fig. 3b ist die Verbindung des Raums V2 unter der Rolle 3<sub>2</sub> über die innere Drucknut 10 zum Druck-

030010/0033



1362/ot/wi  
3.8.1978

- 5 -  
7

raum 11 unterbrochen, denn der Nutgrundbereich 14 wandert soeben aus der inneren Drucknut 10 aus. Die aus dem Raum V2 und dem immer enger werdenden Sichelraum V3 verdrängte Flüssigkeit strömt über die außenliegende Drucknut 13 entsprechend Pfeil F in den Druckraum, wobei der Raum V5 noch über die äußere Drucknut 13 mit dem Druckraum verbunden ist und Leckmenge weiter in den Saugraumbereich überströmt.

Erst in der Arbeitsphase der Fig. 3c wird der Raum V5 durch die Rolle  $3_2$  von der äußeren Drucknut 13 abgetrennt, wobei sich der Druck in dem Raum V5 durch die Überströmmenge über den engsten Spalt ES rasch abbaut. Die Rolle  $3_2$  wird durch den Betriebsdruck in dem Raum V2 und dem Sichelraum V3 an die vordere Nutflanke gedrückt, wie bei 15 angegeben und dichtet so die Räume V2 und V3 gegen den Raum V5 ab. Ab diesem Zeitpunkt bestimmt sich die Leckmenge am engsten Spalt nicht mehr durch die Spaltweite oder den Spaltabstand, sondern durch das Restvolumen des Raumes V5, wobei die aus den Räumen V2 und V3 weiter verdrängte Flüssigkeit über die äußere Drucknut 13 in den Druckraum 11 einströmt, zwischen denen eine nicht dargestellte Verbindung existiert.

In der Arbeitsphase der Fig. 3d dichtet dann die Rolle  $3_2$  die Räume V2 und V3 gegen den Saugraum am engsten Spalt ab, da die Rolle  $3_2$  weiter an der vorderen Nutflanke anliegt. Von jetzt an vergrößert sich wieder der Raum V2 unter der Rolle, da die Rolle  $3_2$  mit sich von der Läuferscheibe zunehmend entfernender Rollenlaufbahn aus ihrer Nut immer mehr heraustritt. Gleichzeitig nimmt der Spalt 16 zwischen hinterer Nutkante und der Laufbahn immer mehr ab und erreicht schließlich den durch den engsten Spalt ES vorgegebenen Spaltabstand.

Der im Raum V2 vorhandene Betriebsdruck nimmt dann ebenfalls

030010/0033

1362/ot/wi  
3.8.1978

- 6 -  
8

ab, und zwar wenn die vom Raum V3 nach dem Raum V2 strömende Menge kleiner als die sich durch das Weiterdrehen der Läufer-scheibe ergebende Volumenzunahme des Raums V2 ist.

In der Arbeitsphase 3e steht die hintere Nutkante am engsten Spalt ES; der Spalt zwischen Nutkante 17 und Laufbahn hat sein Minimum erreicht. Sobald die über den engsten Spalt ES fließende Leckmenge kleiner als die Volumenvergrößerung des Raums V2 ist, hebt die Rolle 3<sub>2</sub> von der vorderen Nutkante bei 18 ab und der Druck im Raum V2 sinkt praktisch schlagartig auf <sup>bzw. unter</sup> den geringeren Saugdruck ab. Die Differenz zwischen dem jeweiligen Nutvolumen und dem Rollenvolumen jeweils beim Durchlauf einer Rolle am engsten Spalt ES ist das sogenannte Totvolumen, welches beim Übergang über den engsten Spalt ES vom Betriebsdruck auf den Saugdruck entspannt wird.

Bei einer solchen Förderpumpe für Flüssigkeiten mit einer ex-zentrischen, kreisförmigen Rollenlaufbahn können sich zum Teil erhebliche Schwierigkeiten durch die mangelnde Abdichtung am engsten Spalt sowie durch ungünstige Expansions- <sup>- und Kompressions-</sup>verhältnisse nach dem engsten Spalt ES und vor dem weitesten Radialspalt WS ergeben, und zwar, bezogen auf eine Kraftstoffförderpumpe speziell im sogenannten Heißbenzinbetrieb.

Da die Dichtstelle zwischen dem Druckraum D und dem Saugraum S nur durch eine Mantellinie mit dem gewünschten Radialspiel (ES) von wenigen  $\mu\text{m}$  gebildet wird und sich, wie erläutert, der Abstand zwischen dem Läufer und der Rollenlaufbahn mit wachsender Entfernung vom engsten Spalt ES rasch vergrößert, kann speziell im Heißbenzinbetrieb eine beträchtliche Kraftstoffmenge von der Druck- zur Saugseite zurückströmen und führt dann dort infolge von Verdampfung zu Funktionsstörungen.

030010/0033

1362/ot/wi  
3.8.1978

- 7 -  
9

Der Beginn der Saugniere 12 darf auch nicht zu nahe an den engsten Spalt ES herangeführt werden, da es sonst zu einer direkten Verbindung zwischen Druck- und Saugseite durch Kurzschluß über die Rollennut in der Läuferscheibe kommen kann. Dies hat aber zur Folge, daß es nach dem engsten Spalt zu einer Expansion des abgeschlossenen Kammervolumens kommt, was bis zur Ansteuerung der Saugniere, also bis zum Erreichen der Saugniere 12 zu beträchtlichen Unterdrücken führen kann, so daß die Kraftstoffrückströmung und die Verdampfung noch weiter gefördert wird.

Außerdem ergibt sich bei der Absteuerung der Saugniere 12 vor dem weitesten Spalt WS (s. Figuren 2a bis 2c), d.h. beim Heraustreten eines jeweiligen Rollenbereichs aus dem Saugnierenbereich schon eine Kompressionsphase für das äußere Teilkammervolumen zwischen Läufer und Laufbahn, wohingegen das innere Teilkammervolumen in der Rollennut sich noch weiter vergrößert, was ebenfalls zu unerwünschten Auswirkungen führen kann.

Es besteht daher Bedarf nach einem Förderaggregat für Flüssigkeiten, dessen Grundprinzip einer Rollen- oder Flügelzellenpumpe entspricht und bei dem die Nachteile der bekannten exzentrischen kreisförmigen Rollenlaufbahn, die soeben geschildert worden sind, vermieden werden, d.h. bei der die Dichtwirkung des Radialspaltes vergrößert und die Expansions- und Kompressionsphasen den An- und Absteuerverhältnissen der Saug- und Drucknieren angepaßt sind.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Förderaggregat für Flüssigkeiten mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß das durch Verschiebung der Zwischenplatte,

030010/0033

1362/ot/wi  
3.8.1978

- 8 -  
10

die in einer inneren Bohrung die Rollenlaufbahn bildet, einstellbare Radialspiel zwischen der Rollenlaufbahn und der Nutscheibe - bzw. allgemein ausgedrückt das durch eine Relativverschiebung zwischen Zwischenplatte und Läuferscheibe oder Nutscheibe einstellbare Radialspiel - bei der erfindungsgemäßen Ausbildung der Rollenlaufbahn in einem großen Winkelbereich vor und nach dem engsten Spalt konstant gehalten werden kann, und zwar um etwa  $\pm 20^\circ$  vor und nach dem engsten Spalt. Dadurch läßt sich eine erheblich bessere Dichtwirkung erzielen, verglichen mit der Dichtwirkung bei einer exzentrischen, kreisförmigen Laufbahn, bei der sich das Radialspiel vom engsten Spalt weg progressiv vergrößert.

Durch den Übergang der Rollenlaufbahn in eine, zum Mittelpunkt des Läufers bzw. der Nutscheibe konzentrische Kreiskontur läßt sich die Kompressionsphase der Pumpenkammer schon weit vor dem engsten Spalt beenden. Die Absteuerung der Drucknut kann dann früher erfolgen, wobei analog dazu die Expansion der (jeweiligen) Pumpenkammer nach dem engsten Spalt später einsetzt und daher die Saugnut auch dementsprechend später angesteuert werden kann.

Von besonderem Vorteil ist, daß sich die stark ausgeprägte Unterdruckbildung bei der Expansion des Kammervolumens nach dem engsten Spalt vor der Ansteuerung der Saugnut weitgehend vermeiden läßt.

Am weitesten Spalt, also beim Übergang von der Saug- zur Druckseite bewirkt die ebenfalls zum Läufermittelpunkt konzentrische Kreisbahn der Rollenlaufbahn, daß die Saugniere dann abgesteuert werden kann, wenn sowohl das äußere Teilkammervolumen als auch das unter der Rolle liegende ihre Expansionsphase schon abgeschlossen haben. Daher läßt sich der zeitliche Verlauf der Kompression im Bereich der negativen Über-

030010/0033

1362/ot/wi  
3.8.1978

11

-9-

deckung, d.h. wenn Sichelraum  $V_3$  und Raum  $V_1$  unter der Rolle weder mit der Druck- noch mit der Saugseite Verbindung haben mit sanfterem Übergang gestalten.

Außerdem ergibt sich auch eine sanftere Gestaltung der Kompression im weiteren Verlauf der Pumpendrehung.

Die weiter vorn erwähnten, relativ hohen Druckspitzen durch Kompression der Flüssigkeit in dem über einen Drehwinkel von  $10^\circ$  (s. Fig. 2a bis 2c) völlig abgeschlossenen Kammervolumen können durch entsprechende Lage der Steuerkanten völlig unterbunden werden, indem man diesen  $10^\circ$ -Bereich so legt, daß er mit dem Winkelbereich zusammenfällt, in dem keine oder eine extrem geringe Kompression stattfindet. Auch kann hieraus eine Geräuschreduzierung resultieren, da die zu einem Schwingungsverhalten des Fördermediums Anlaß gebenden starken Druckschwankungen abgebaut werden.

Außerdem ergibt sich speziell für eine Rollenzellenpumpe eine zusätzliche Sicherheit gegen Druckspitzen, auch wenn diese schon durch entsprechende Rollenbewegungen bis zu einem gewissen Grad abgebaut werden. <sup>selbsttätig</sup>

Bei Flügelzellenpumpen, wo eine solche Selbstregelfunktion nicht vorhanden ist und wo bisher solche Druckspitzen lediglich über Quetschöl-Nuten oder Quetschöl-Bohrungen abgebaut werden konnten, bedeutet dieser Effekt einer "gebremsten" Kompression eine entscheidende Verbesserung.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Förderaggregats möglich. Besonders vorteilhaft ist, daß sich die aufgestellte Forderung eines konzentrischen Kreisbahnverlaufs der Rollenlaufbahn um den Mittelpunkt der Nutscheibe bzw. des Läufers dadurch sehr gut erfüllen läßt, daß die Rollenlaufbahn sich aus zwei Ellipsenhälften zusammen-

030010/0033

1362/ot/wi  
3.8.1978

- 10 -

12

setzen läßt, wobei dann die Ellipsenform um die Scheitelpunkte herum durch deren Hauptkrümmungskreise praktisch vollkommen angenähert wird.

Die Erfindung läßt sich ohne vergleichsweise größeren Aufwand realisieren, denn die Mittelpunkte der beiden Ellipsenhälften sind identisch, außerdem ist der Läufermittelpunkt identisch mit den Mittelpunkten der jeweiligen Hauptkrümmungskreise der Ellipsen.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Figuren 1 sowie 2a bis 2c und 3a bis 3e verschiedene Arbeitsphasen einer bekannten Rollenzellenpumpe, und zwar bezüglich der Figuren 2a und 2c die Funktion und den Druckaufbau einer Rollenzellenpumpe am weitesten Spalt in einer schematischen Draufsicht auf Läufer, in Nuten desselben gelagerte Rollen und die Rollenlaufbahn, während die Figuren 3a bis 3e die Druckverhältnisse und die Abdichtung am engsten Spalt beschreiben; die Fig. 4 zeigt in schematischer Darstellung die erfindungsgemäße Rollenlaufbahn für eine nach dem Grundprinzip einer Rollenzellenpumpe arbeitende Förderpumpe für Flüssigkeiten mit nicht kreisförmiger Kontur.

#### Beschreibung der Erfindungsbeispiele

Der Grundgedanke vorliegender Erfindung beruht darauf, eine Funktionsverbesserung von Förderpumpen insbesondere im Heißbetrieb des zu fördernden Mediums, bei einer Kraftstoffförderpumpe also im Heißbenzinbetrieb durch eine neue Gestaltung der exzentrisch zum Läufer angeordneten Rollenlaufbahn zu er-

030010/0033

1362/ot/wi  
3.8.1978

- 11 -  
13

zielen, die so ausgebildet ist, daß diese nahezu und im praktischen Bereich absolut identisch ist mit einer Kreisbahn, die in einem bestimmten Winkelbereich um den engsten und weitesten Spalt herum konzentrisch um den Läufermittelpunkt, also um den Mittelpunkt der Nutscheibe bzw. der Läuferscheibe verläuft, die in Nuten die Pumpkörper oder Rollen aufnimmt.

In der Darstellung der Fig. 4 ist der Läufer- oder Nutscheibenmittelpunkt mit M bezeichnet; von diesem Mittelpunkt geht der Radius R2 aus, der die Mantellinie der Nutscheibe umlaufend um den Mittelpunkt M definiert, die in Fig. 4 in gestrichelter Linienführung gezeigt und mit 20 bezeichnet ist.

Bei der bekannten Rollenzellenpumpe befindet sich dann im Abstand  $e_{kr}$  und damit exzentrisch zum Mittelpunkt M angeordnet der Mittelpunkt M' der exzentrischen Kreiskontur der bekannten Rollenlaufbahn 21 mit dem Radius R1, die sich als Kreis in dünner Linienführung um den Mittelpunkt M' erstreckt.

Von diesem System weicht die Erfindung dadurch ab, daß sie zur Bildung der erfindungsgemäßen Rollenlaufbahn diese, die in Fig. 4 in dick durchgezogener Linienführung dargestellt und mit 22 bezeichnet ist, in zwei Hälften aufteilt, nämlich eine obere Hälfte 22a, die etwas weniger als einen "Halbkreis" bildet und bei 23 und 24 in eine untere Hälfte 22b übergeht, die etwas größer als ein "Halbkreis" ist und die jeweils gebildet sind von um den Mittelpunkt M der Nutscheibe laufenden Radiusvektoren  $\rho_1$  (bezüglich der oberen Hälfte 22a) bzw.  $\rho_2$  (bezüglich der unteren Hälfte 22b), deren Länge eine Funktion des Winkels  $\varphi$  ist.

Im speziellen Ausführungsbeispiel ist die Ausbildung der beiden Rollenlaufbahn-Hälften 22a und 22b so, daß sie gebildet

030010/0033

1362/ot/w1  
3.8.1978

- 12 -

14

sind von zwei Ellipsenhälften, die zusammengesetzt mit Übergängen bei 23 und 24 die erfindungsgemäße Rollenlaufbahn bilden. Da sich die Ellipsenform um die Scheitelpunkte herum durch ihre Hauptkrümmungskreise nahezu vollkommen annähern läßt, erfüllt dieses Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Rollenlaufbahn den Grundgedanken vorliegender Erfindung, wie er weiter vorn schon definiert und im folgenden nochmals wiederholt wird, nämlich in einem bestimmten Winkelbereich um den engsten und weitesten Spalt mit einer konzentrischen Kreisbahn um den Läufermittelpunkt identisch zu sein, außerordentlich gut.

Die Mittelpunkte der beiden Ellipsenhälften sind identisch und in der Darstellung der Fig. 4 als ein Mittelpunkt  $M_E$  bezeichnet; der Läufermittelpunkt  $M$  ist identisch mit den Mittelpunkten der jeweiligen Hauptkrümmungskreise, die die Ellipsenform um die Scheitelpunkte herum praktisch identisch darstellen.

Es ergibt sich ein Abstand  $S_2$  des Ellipsenmittelpunktes  $M_E$  vom Läufermittelpunkt  $M$ , der auf die Notwendigkeit einer ausreichenden Überdeckung der Nutflanke zur anliegenden Rollenmantellinie zurückzuführen ist.

Die große Halbachse  $a_1$  der oberen Ellipsenhälfte ist identisch mit der kleinen Halbachse  $b_2$  der unteren Ellipsenhälfte. Der (konstante) Radius des Hauptkrümmungskreises der unteren Ellipsenhälfte 22b entspricht dem konstanten Radius  $R_2$  der Läufer-scheibe, für die obere Hälfte 22a ist der Krümmungsradius gleich dem Läufer-radius  $R_2$  + der Mittelpunktsverschiebung  $S_2$ , wie ohne weiteres anhand der im folgenden angegebenen Gleichungen für die Rollenlaufbahn, in Polarkoordinaten ausgedrückt, nachgeprüft werden kann. Für den vom Winkel  $\varphi$  abhängigen und daher veränderlichen Radius  $\rho_1$  ergibt sich die folgende Gleichung

030010/0033



1362/ot/wi  
3.8.1978

- 13 -  
15

$$(1) \rho_1 = (R_2 + S_2) \frac{S_2 \cos \varphi + \sqrt{R_2(R_2 - S_2 \sin^2 \varphi)}}{R_2 + S_2 \cos^2 \varphi}$$

$$\text{für } \varphi_1 = \arctan \left( -\frac{\sqrt{R_2(R_2 + S_2)}}{S_2} \right)$$

$$\text{bis } \varphi_1 = \arctan \left( +\frac{\sqrt{R_2(R_2 + S_2)}}{S_2} \right)$$

Die Gleichung für die untere Laufbahn- bzw. Ellipsenhälfte 22b ergibt sich zu

$$(2) \rho_2 = R_2 \frac{S_2 \cos \varphi + \sqrt{(R_2 + S_2)^2 + (R_2 + S_2) S_2 \sin^2 \varphi}}{R_2 + S_2 \sin^2 \varphi}$$

$$\text{für } \varphi_2 = \arctan \left( +\frac{\sqrt{R_2(R_2 + S_2)}}{S_2} \right)$$

$$\text{bis } \varphi_2 = \arctan \left( -\frac{\sqrt{R_2(R_2 + S_2)}}{S_2} \right)$$

Die beiden vom Winkel  $\varphi$  abhängigen Radien  $\rho_1$  und  $\rho_2$  sind identisch jeweils an den Übergangspunkten 23 und 24, wie sich durch Einsetzen von Größen in die beiden Gleichungen (1) und (2) leicht feststellen läßt, so daß sich eine Rollenlaufbahn mit kontinuierlichem Übergang ergibt.

Die folgende Tabelle I zeigt die berechneten, sich in Abhängigkeit zum Winkel  $\varphi$  ändernden Radien beider Rollenlaufbahnhälften 22a, 22b als Ausführungsbeispiel, wobei es sich versteht, daß die Erfindung selbstverständlich hierauf nicht beschränkt ist. Die ausgerechneten Werte zeigen aber besonders gut die Vorteile, die sich beim praktischen Betrieb einer Rollenzellenpumpe oder eines vergleichbaren Aggregats auf der Basis der erfindungsgemäßen Rollenlaufbahn ergeben.

1362/ot/w1  
3.8.1978

- 44 -  
16

Der Berechnung zugrunde gelegt sind folgende Werte:

$R_2 = 15 \text{ mm}$

$S_2 = 2 \text{ mm}$

wobei in der Zeichnung der Fig. 4 im gleichen Bezugsmaßstab  
R1 einen Wert von 16 mm <sup>aufweist</sup> und der exzentrische Abstand  $e_{kr}$   
= 1 mm beträgt.

Der Tabelle läßt sich die Abhängigkeit der die beiden unterschiedlichen Ellipsenhälften definierenden Radiusvektoren  $\rho_1$  und  $\rho_2$  vom Winkel  $\varphi$  jeweils in Sprüngen von 2 Winkelgraden entnehmen, wobei sich beim Winkel  $\varphi = 82,86^\circ$  die Identität des Radiusvektors  $\rho_1$  zum Radiusvektor  $\rho_2$  ergibt. Man geht daher dann vom Winkel  $82,86^\circ$  vom Radius  $\rho_1$  über auf den Radius  $\rho_2$  und läßt den Winkel  $\varphi_2$  für die untere Ellipsenhälfte 22b von  $82,86^\circ$  bis zu  $277,14^\circ$  weiterlaufen entsprechend dem Umfangspunkt 24, an welchem dann der Radius  $\rho_2$  entsprechend der Tabelle mit einem numerischen Wert von 16,094 wieder übergeht in den Radius  $\rho_1$  der oberen Ellipsenhälfte 22a.

Aus der Tabelle erkennt man, daß  $\rho_1$  praktisch auf vier Stellen konstant ist für einen Winkel  $\varphi_1 = \pm 20^\circ$  um  $\varphi_1 = 0$  herum; das gleiche trifft erkennbar <sup>zu</sup> für den numerischen Wert von 15,00 für  $\rho_2$  zu im Bereich  $180^\circ \pm 20^\circ$ . Ein solcher Verlauf der Rollenlaufbahn 22 um den weitesten Spalt WS und den engsten Spalt ES ist besonders vorteilhaft, wie ein Vergleich der sich mit hoher Steilheit in Richtung auf den engsten Spalt ES verengenden und von diesem <sup>ausgehenden</sup> wieder/erweiternden Verläufe der Kreisbahnen von Läuferscheibe 20 und kreisförmiger Rollenlaufbahnkontur 21 (gestrichelte und dünne Linienführung; bekannte Ausführungsformen) mit den Verhältnissen ergibt, die <sup>nahezu eine Identität der</sup> / erfindungsgemäßen Rollenlaufbahn schon mehr als  $20^\circ$  vor dem engsten Spalt und mehr als  $20^\circ$  hinter dem engsten Spalt mit Bezug auf die Kreisform der Läuferscheibe ermöglichen. Es ergibt sich praktisch in

030010/0033

1362/ot/wi  
3.8.1978

- 45- 17

I.

1	1 ( 1)	1	2	2 ( 2)	2
0°	17,000	360°	82,86	16,094	277,14
2	"	358	84	16,054	276
4	"	356	86	15,986	274
6	"	354	88	15,921	272
8	"	352	90	15,858	270
10	17,000	350	92	15,797	268
12	16,999	348	94	15,740	266
14	16,999	346	96	15,684	264
16	16,998	344	98	15,632	262
18	16,997	342	100	15,581	260
20	16,996	340	102	15,534	258
22	16,994	338	104	15,489	256
24	16,991	336	106	15,446	254
26	16,988	334	108	15,406	252
28	16,984	332	110	15,368	250
30	16,979	330	112	15,332	248
32	16,973	328	114	15,299	246
34	16,966	326	116	15,268	244
36	16,958	324	118	15,239	242
38	16,948	322	120	15,213	240
40	16,936	320	122	15,188	238
42	16,923	318	124	15,166	236
44	16,908	316	126	15,145	234
46	16,891	314	128	15,126	232
48	16,872	312	130	15,109	230
50	16,850	310	132	15,094	228
52	16,826	308	134	15,080	226
54	16,800	306	136	15,068	224
56	16,771	304	138	15,057	222
58	16,739	302	140	15,047	220
60	16,704	300	142	15,039	218
62	16,667	298	144	15,032	216
64	16,626	296	146	15,025	214
66	16,582	294	148	15,020	212
68	16,536	292	150	15,016	210
70	16,486	290	152	15,012	208
72	16,433	288	154	15,009	206
74	16,377	286	156	15,007	204
76	16,318	284	158	15,005	202
78	16,256	282	160	15,003	200
80	16,191	280	162	15,002	198
82,86	16,094	277,14	164	15,001	196
			166	15,000	194
			168	"	192
			170	"	190
			172	"	188
			174	"	186
			176	"	184
			178	"	182
				15,000	180

03001018033

1362/ot/wi  
3.8.1978

. \* .  
- 16 -  
18

diesem Bereich vor und hinter dem engsten Spalt ES (und analog angewendet mit Bezug auf den weitesten Spalt WS) keine merkliche Volumensänderung mehr zwischen der Rollenlaufbahn und dem Nutscheiben- oder Läufermantel, so daß auch hier keine zu extremen Arbeitsbedingungen Anlaß gebende Volumensverschiebungen mehr auftreten können. Dennoch verfügt die erfindungsgemäße Rollenlaufbahn über praktisch die gleichen, wenn auch verlagerten Volumen-Abstandsbeziehungen zur Läufer-scheibe, denn was beispielsweise als sehr schmaler Sichelraum 25 im dritten Quadranten (erste vordere Hälfte der unteren Ellipsenhälfte 22b) fehlt, ergibt sich als zusätzlicher Raum bei 25' im zweiten Quadranten, wobei die Annäherung der Rollenlaufbahn an die Mantelfläche der Läuferscheibe etwa im Bereich 26 am größten ist und wesentlich steiler verläuft als bei einer konzentrischen bekannten/kreisförmigen Rollenlaufbahn. Diese "Kompressionsphase" ist aber dann schon weit vor dem engsten Spalt beendet; entsprechende Verhältnisse ergeben sich an allen, weiter vorn ausführlich geschilderten kritischen Übergangsbereichen, so daß sich insgesamt ein wesentlich weicherer sanfter Betrieb, eine gebremste Kompression und eine Sicherheit gegen Druckspitzen, aber auch gegen durch diese bewirkte erhöhte Abnutzungs- und gegebenenfalls Schwingungerscheinungen ergibt.

030010/0033

Dipl. Ing. **Peter Otto**  
Patentanwalt

19

7033 Herrenberg (Kuppingen)  
Eifelstraße 7  
Telefon (07032) 31999

1362/ot/wl  
3. August 1978

Firma Robert Bosch GmbH  
7000 Stuttgart 1

### Förderaggregat für Flüssigkeiten

#### Zusammenfassung

Es wird ein Förderaggregat für Flüssigkeiten vorgeschlagen, welches insbesondere dazu dient, bei einem bestimmten Typ von Förderpumpen, nämlich sogenannten Rollen- oder Flügelzellenpumpen den dynamischen Arbeitsablauf zu verbessern, beispielsweise die Dichtwirkung des Radialspaltes zu erhöhen sowie die Expansions- und Kompressionsphasen den An- und Absteuerverhältnissen der Saug- und Drucknuten anzupassen.

Das Förderaggregat umfaßt eine Vielzahl von einzelnen Pumpkörpern (Rollen), die in Nuten einer angetriebenen Läuferscheibe gehalten sind und an einer hierzu exzentrisch angeordneten Rollenlaufbahn anliegen. Die Rollenlaufbahn ist so ausgebildet, daß sie in einem bestimmten Winkelbereich um den engsten und weitesten Spalt jeweils mit einer konzentrischen Kreisbahn nahezu identisch ist, die um den Läufermittelpunkt geschlagen ist. Diese Bedingung wird besonders gut von einer Laufbahn erfüllt, die aus zwei Ellipsenhälften zusammengesetzt ist, denn die Ellipsenform läßt sich um die Scheitelpunkte der Ellipse herum durch ihre Hauptkrümmungskreise nahezu vollkommen annähern.

030010/0033

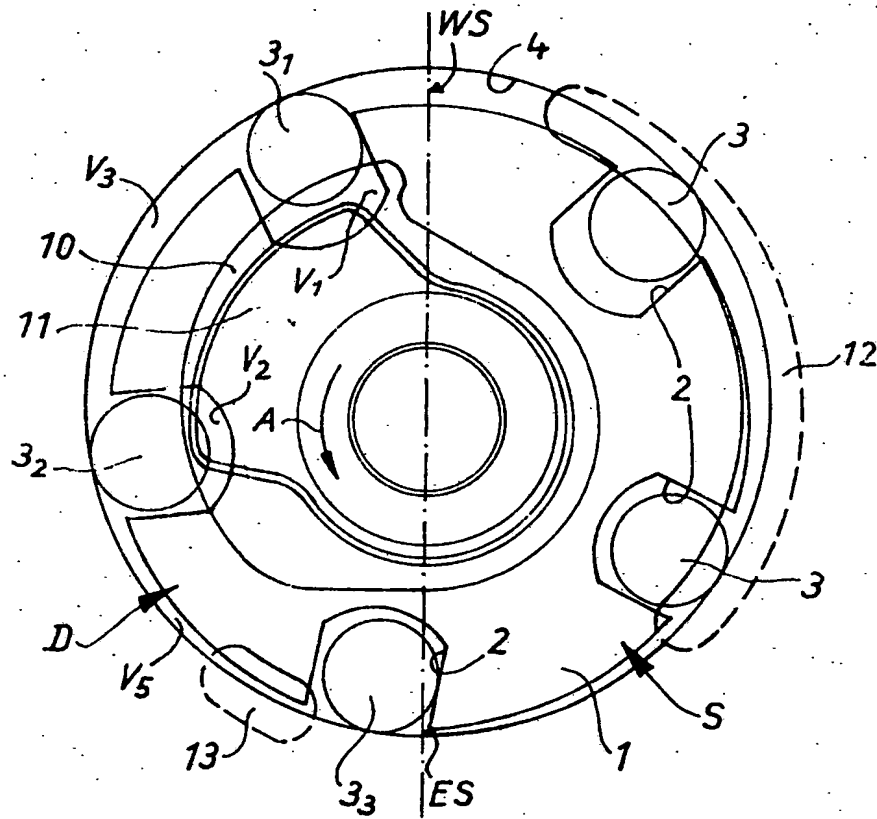
2835457

- 25 -

Nummer:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

28 35 457  
F 04 C 1/16  
12. August 1978  
6. März 1980

Fig. 1

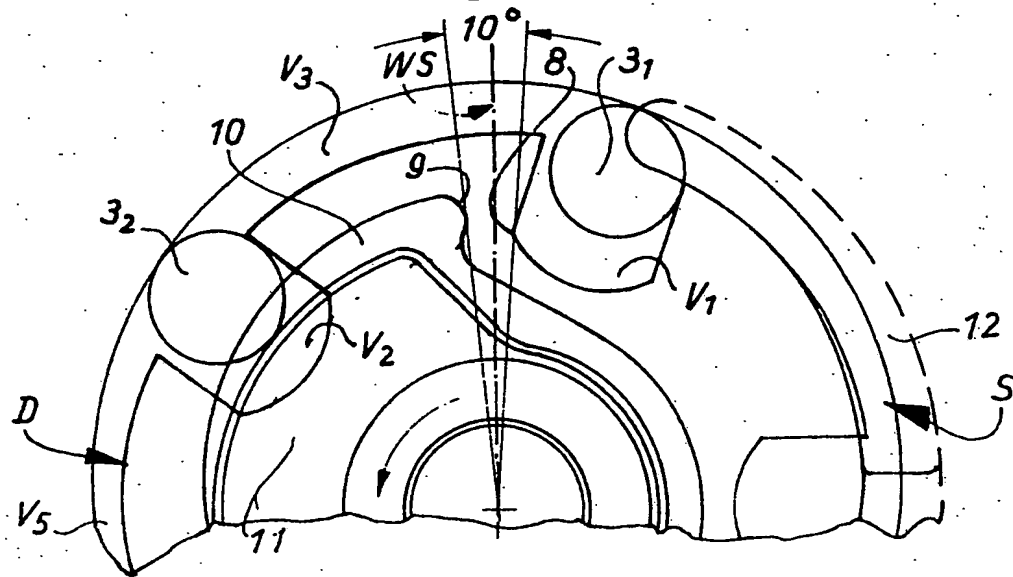


030010/0033

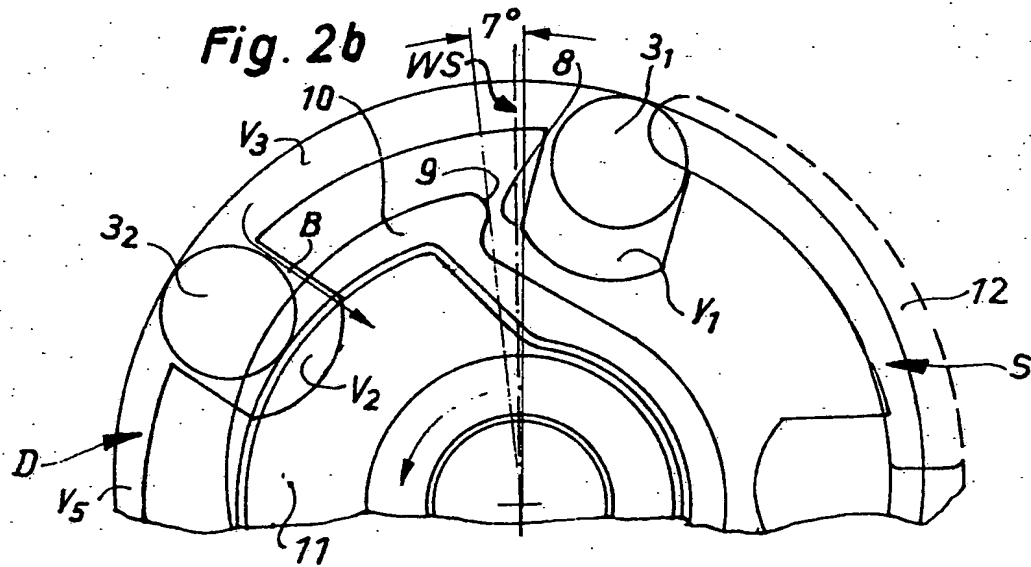
Firma Robert Bosch GmbH.. 7000 Stuttgart

ORIGINAL INSPECTED

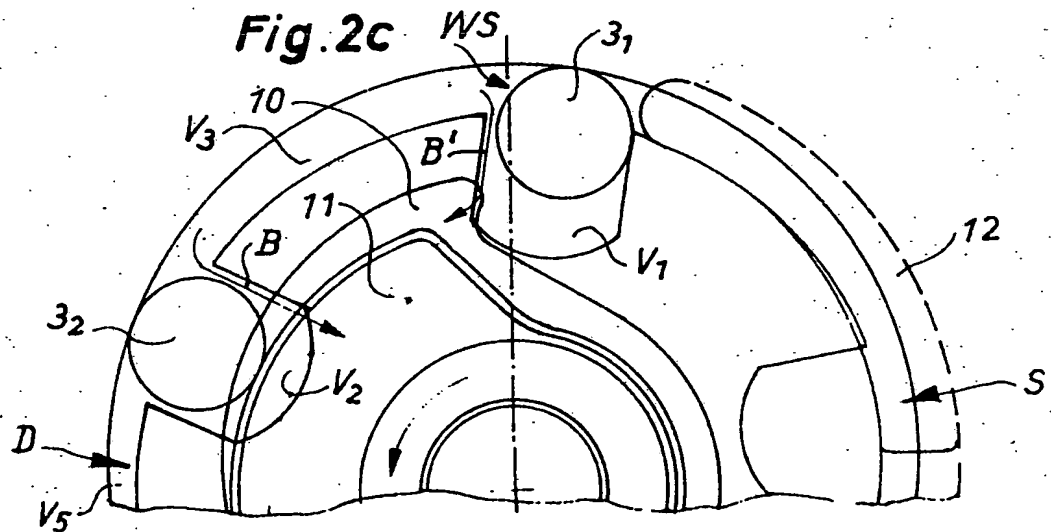
**Fig. 2a**

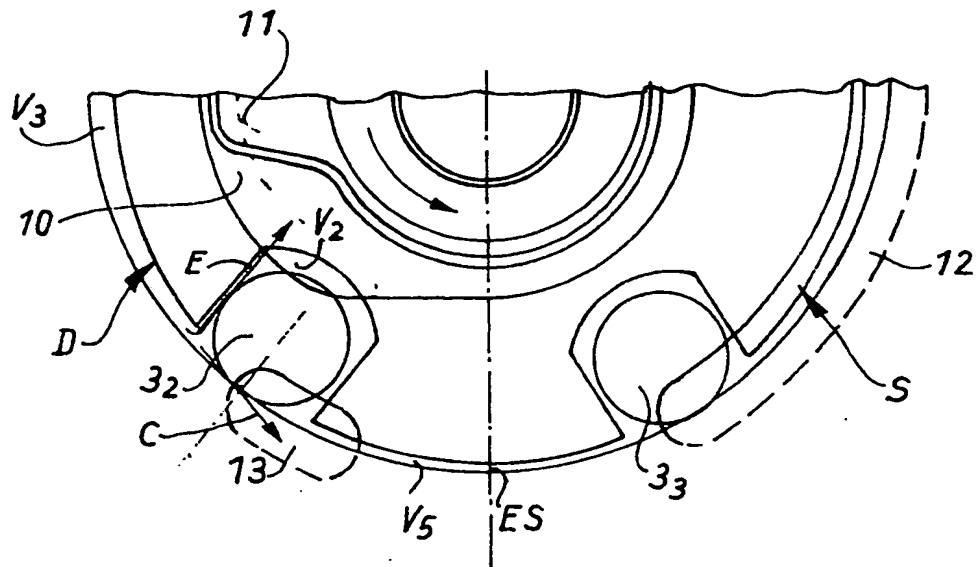
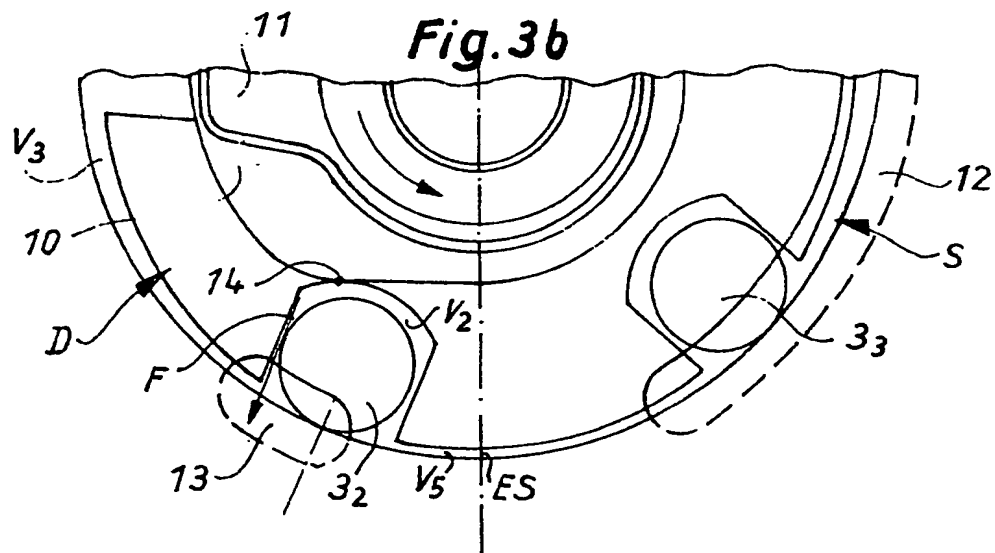
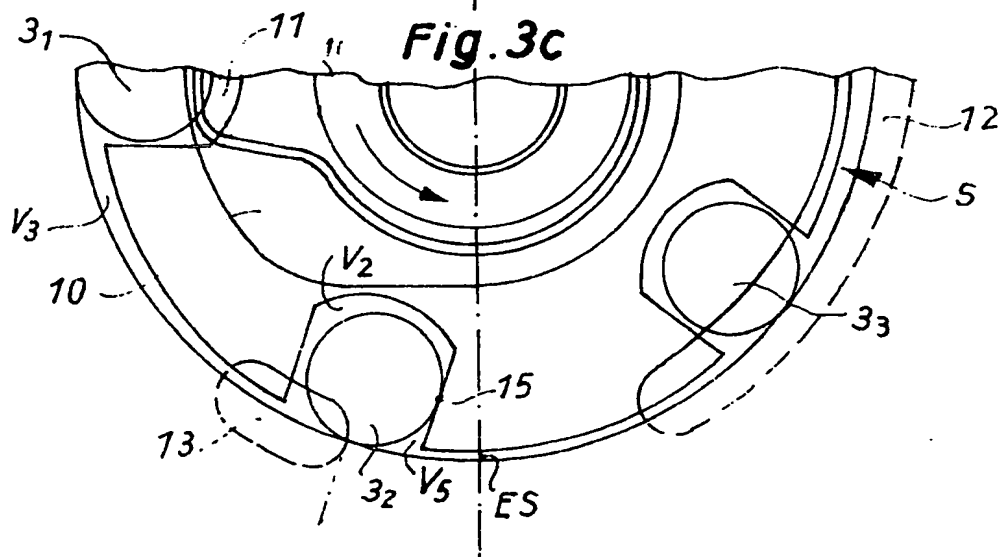


**Fig. 2b**



**Fig. 2c**



**Fig. 3a****Fig. 3b****Fig. 3c**



- 23 -

Fig. 3d

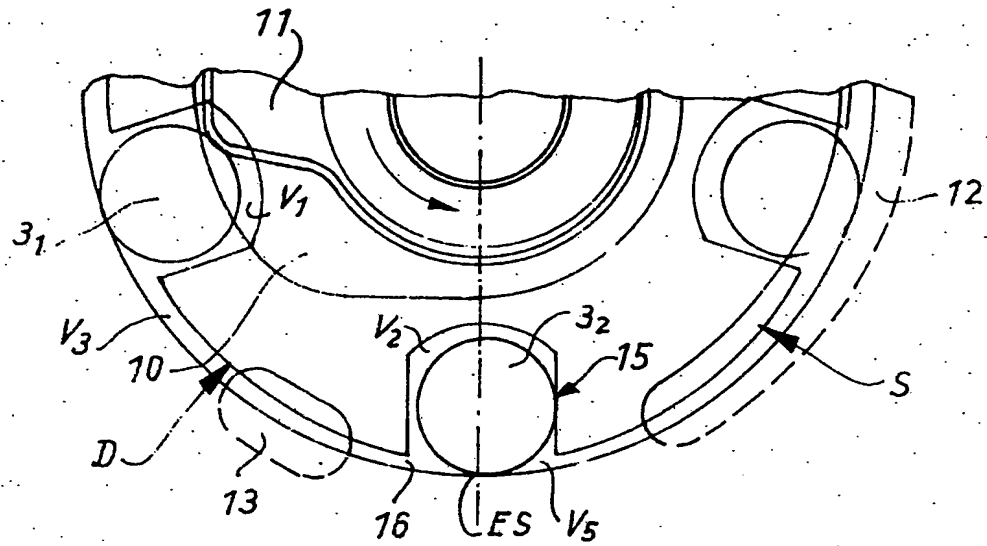
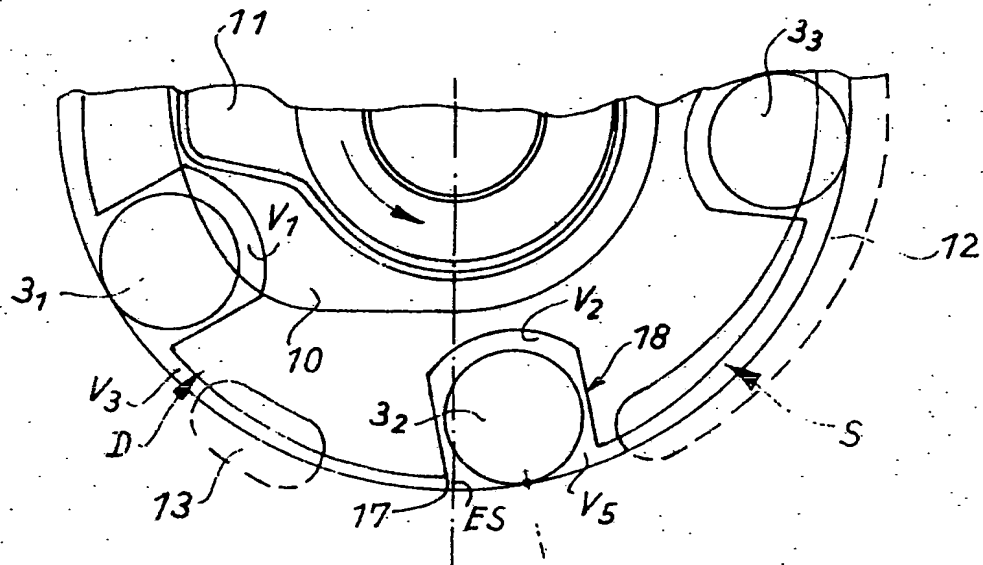


Fig. 3c





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**